



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

LabEEE

Laboratório de Eficiência Energética em Edificações

<http://www.labeee.ufsc.br> | e-mail:

contato@labeee.ufsc.br

Telefones: (48) 3721-5184 / 3721-5185

Nota técnica referente à avaliação para a norma de desempenho NBR 15575 em consulta pública

Marcio José Sorgato ; Deivis Luis Marinoski; Ana Paula Melo; Roberto Lamberts

Estão de acordo com o documento:

Anderson Benite

Bruna Canela

Eduardo Yamada

Guilherme Rebello

Iara Gonçalves dos Santos

Letícia Neves

Maria Angélica Covelo Silva

Maurício Roriz

Rafael Lazzarini

Roberto de Souza

Florianópolis, 13 de Setembro de 2012.

Avaliação de desempenho térmico pela norma NBR 15575 em consulta pública em 2012

Marcio José Sorgato¹; Deivis Luis Marinoski²; Ana Paula Melo³; Roberto Lamberts⁴

¹PhD, Professor do Departamento de Engenharia Civil, lamberts@labeee.ufsc.br

²Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, marciosorgato@labeee.ufsc.br

³Pós Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, deivis@labeee.ufsc.br

⁴Pós Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, apaula_melo@labeee.ufsc.br

⁵PhD, Professor do Departamento de Engenharia Civil, lamberts@labeee.ufsc.br

Data de publicação: 13/09/2012

1. INTRODUÇÃO

A ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas propôs em 2012 uma nova consulta pública a norma de desempenho NBR 15575. Esta norma estabelece requisitos mínimos de desempenho, vida útil e de garantia para os sistemas que compõem as edificações.

Os textos normativos em consulta são: Requisitos gerais (NBR 15575-1); Sistemas estruturais (NBR 15575-2); Sistemas de pisos (NBR 15575-3); Sistemas de vedações verticais internas e externas (NBR 15575-4); Sistemas de coberturas (NBR 15575-5) e Sistemas hidrossanitários (NBR 15575-6).

Dentre os textos normativos em consulta, serão abordadas sugestões e críticas para a NBR 15575-1; NBR 15575-4 e NBR 15575-5, no quesito referente ao desempenho térmico das edificações.

No texto em consulta foram observadas alterações de grande impacto negativo no desempenho térmico das edificações. Entre as alterações, salienta-se: a área de aberturas para ventilação; sombreamento e método de simulação. Estes itens serão analisados e suas respectivas justificativas serão apresentadas no decorrer deste texto.

2. ÁREA DE ABERTURA PARA VENTILAÇÃO

Segundo o estudo realizado por Sorgato et al. (2011) – ANEXO 1; é possível observar que a área de ventilação possui influência significativa no desempenho térmico de edificações residenciais. Com base nos resultados, pode-se afirmar que os melhores desempenhos estão entre 8% a 15% de percentual de área de ventilação em relação à área útil do ambiente.

A área de abertura para ventilação deveria ser determinada de acordo com a legislação municipal de cada região. No entanto, a norma deve estabelecer uma área de ventilação mínima para cada zona. Caso os valores de área de ventilação exigido nos códigos

municipais sejam superiores ao mínimo, estes devem ser atendidos prioritariamente, caso contrário prevalece a NBR 15575.

3. SOMBREAMENTO

As janelas dos dormitórios, para qualquer região climática, devem ter dispositivos de sombreamento, de forma a permitir o controle do sombreamento e escurecimento, a critério do usuário.

Estes itens foram removidos da versão em consulta pública, mas deveriam ser mantidos uma vez que comprovadamente o uso de sombreamento das aberturas gera grandes contribuições ao conforto térmico dos usuários.

A importância do dispositivo de sombreamento nas janelas dos dormitórios de edificações residenciais foi analisada no estudo realizado por Sorgato et al. (2011) – ANEXO 2. Dentre os resultados encontrados pode-se concluir que:

- O uso do dispositivo de sombreamento das aberturas reduz significativamente o número de graus-hora de resfriamento dos dormitórios analisados, para todas as orientações;
- O dispositivo de sombreamento possui grande influência na temperatura operativa do ambiente;
- O uso dos dispositivos externos reduz os ganhos solares, bloqueando a radiação solar;
- Além do uso de dispositivo proporcionar maior conforto ao usuário, estes também contribuem para a redução do consumo de energia da edificação quando esta for condicionada.

4. MÉTODO DE SIMULAÇÃO

O método de simulação proposto no Item 11.2 da NBR 15575-1 não permite uma adequada análise anual do desempenho térmico das edificações residenciais brasileiras.

Entre os pontos críticos observados, citam-se:

- Não avalia a condição de uso real da edificação em análise (verão, carga interna, e outras estratégias bioclimáticas – aquecimento solar passivo, resfriamento evaporativo, ventilação, entre outras).

- Não avalia a influência da variação anual da temperatura no desempenho térmico da edificação. O Método de simulação presente no Item 11.2 se refere ao dia de projeto que apresenta temperaturas extremas que acontecem geralmente a cada 30 anos; e não representam a condição normal de temperatura.

Com base nestas observações, um novo Método de Simulação é proposto para a análise do desempenho térmico das edificações (ANEXO 3).

5. OUTROS COMENTÁRIOS

Outros comentários e sugestões quanto à formatação do texto e nomenclatura são apresentadas no ANEXO 4.

ANEXO 01

A Influência da área de ventilação no desempenho térmico de edificações residenciais

Márcio José Sorgato; Rogério Versage, Roberto Lamberts

A INFLUÊNCIA DA ÁREA DE VENTILAÇÃO NO DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS

Marcio José Sorgato¹; Rogério Versage²; Roberto Lamberts³

¹Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, marciosorgato@labeee.ufsc.br

²Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, versage@labeee.ufsc.br

³PhD, Professor do Departamento de Engenharia Civil, lamberts@labeee.ufsc.br

Informações da nota técnica: Publicada em 12 Set. 2011 - Disponível em: www.labeee.ufsc.br/publicacoes/notas-tecnicas/

1. OBJETIVO

Objetivo da Nota Técnica é apresentar a influência da área de ventilação no desempenho térmico de edificações residenciais.

2. MÉTODO

A avaliação da importância da área de ventilação no desempenho térmico de edificações residenciais foi realizada através de simulação computacional, com o programa *EnergyPlus* versão 6.0, o qual permite avaliar o desempenho térmico e energético de edificações.

A tipologia arquitetônica escolhida para esta avaliação foi de uma edificação residencial multifamiliar. A edificação representa um edifício vertical de cinco pavimentos, com 4 apartamentos por pavimento, conforme pode ser observado na Figura 1. A edificação adotada é o modelo base¹ do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais² (RTQ-R).

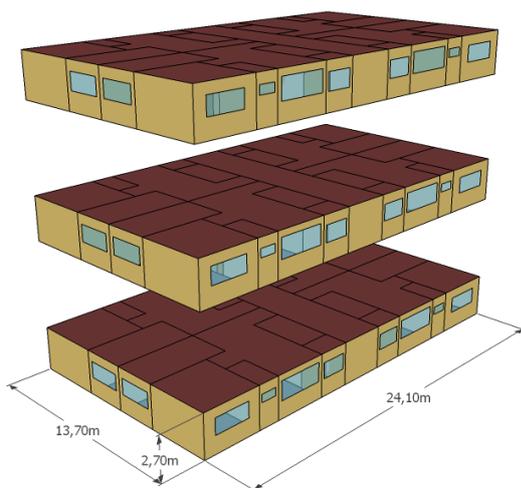


Figura 1 – Croqui da edificação residencial multifamiliar, modelo base.

Cada apartamento é constituído por uma sala de estar, dois dormitórios, cozinha e área de serviço, área construída de 72,6 m², conforme é apresentado na Figura 2. Foi analisado o desempenho térmico do

Dormitório 1 orientado a norte, para os pavimentos térreo, intermediário e cobertura.

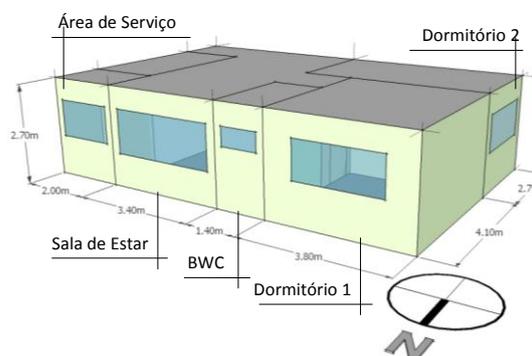
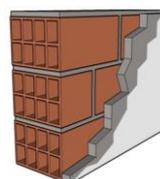


Figura 2 – Croqui do apartamento.

As propriedades térmicas dos componentes da envoltória foram baseadas nas diretrizes construtivas da NBR-15220-3³ para as ZB-3 e ZB-8 (Zona Bioclimática), nas quais se encontram as cidades de Florianópolis e Salvador (simuladas com arquivos climáticos TRY).

A parede é composta por tijolo cerâmico de oito furos quadrados (9x19x19 cm) e emboço de 2,5 cm de espessura em ambas as faces. A espessura total da parede é de 20 cm. As propriedades térmicas, transmitância (U_{PAR}), Capacidade térmica ($C_{T PAR}$) e a absorvância (α_{PAR}) são apresentadas na Figura 3, junto com o croqui da parede. A absorvância da parede de 0,40 é equivalente a uma cor clara.



U_{PAR} [W/(m ² K)]	$C_{T PAR}$ [kJ/m ² K]	α_{PAR} [-]
1,80	231,0	0,40

Figura 3 – Croqui e propriedades térmicas da parede.

A laje entre pavimentos dos ambientes é composta por uma laje convencional (pré-moldada com cerâmica) de 12 cm de espessura.

As aberturas para os ambientes de permanência prolongada foram dimensionadas em relação à área útil do ambiente, com um percentual de 15% de área de abertura em relação à área útil. Para a área de ventilação foram modelados três fatores de ventilação, 25%, 50% e 100% da área de abertura do ambiente

Foram simulados dois casos, um com sombreamento nas aberturas e outro sem sombreamento. No caso com sombreamento o dispositivo foi modelado através de veneziana horizontal, com refletância de 50%. O período de sombreamento para a ZB-3 foi de 21 de setembro a 20 de março (no horário das 8h às 18h), compreendendo a primavera e o verão. Já, para a ZB-8 o período de sombreamento é o ano inteiro (no horário das 8h às 18h).

A influência da área de ventilação foi analisada através dos graus-hora de resfriamento (GH_R), o parâmetro é determinado como a somatória da diferença da temperatura horária, quando esta se encontra superior à temperatura de base, no caso de resfriamento. A temperatura de base para os GH_R foi de 26°C.

3. RESULTADOS

A influência da área de ventilação no desempenho térmico de edificações residenciais foi analisada através do indicador de GH_R . Para as análises foi escolhido o Dormitório 1 orientado para Norte. Os resultados apresentados nesta nota técnica são referente ao Dormitório 1, localizado nos pavimentos, térreo (Ter), intermediário (Int) e cobertura (Cob).

A Figura 4 apresenta a influência da área de ventilação no desempenho térmico do Dormitório 1 (orientado a Norte) para a ZB-3 com dispositivo de sombreamento. O eixo das ordenadas apresenta a escala dos GH_R e no eixo das abscissas apresenta os fatores de ventilação (25%, 50% e 100%) e a localização do Dormitório 1, pavimento térreo (Ter), intermediário (Int) e cobertura (Cob).

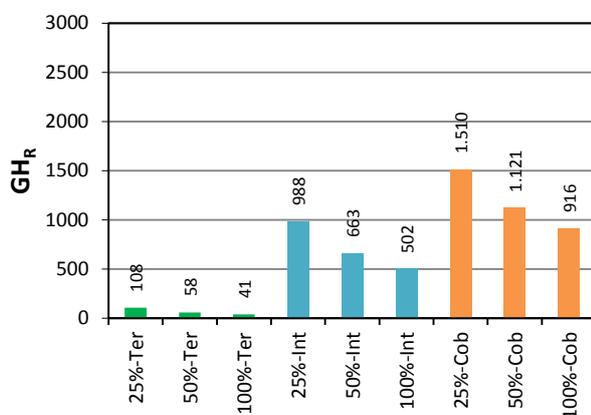


Figura 4 – Desempenho do Dormitório 1 com dispositivo de sombreamento, para os pavimentos térreo, intermediário e cobertura da ZB-3.

Os Dormitórios 1 com fator de ventilação 100% da área de abertura foram os que apresentaram melhor desempenho, já os dormitórios com fator de ventilação de 25% apresentaram o pior desempenho. Comparando o desempenho térmico do Dormitório 1 com diferentes fatores de ventilação (pavimento intermediário), o caso com fator de ventilação (FV) 50% resultou em 663 GH_R , já o caso com FV 25% teve um aumento de 49% nos GH_R e o caso com FV 100% houve uma redução de 23% nos GH_R , pode ser observado na Figura 4.

O desempenho do Dormitório 1 sem dispositivo de sombreamento, para os pavimentos térreo, intermediário e cobertura são apresentados na Figura 5. Observa-se que o Dormitório 1 (FV 50%, pavimento intermediário) resultou em 1.591 GH_R , já o caso com FV 25% resultou em um aumento de 42% e o caso FV 100 teve uma redução de 23% nos GH_R .

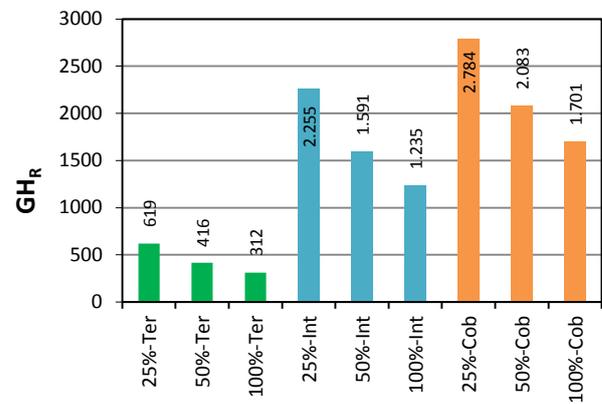


Figura 5 - Desempenho do Dormitório 1 sem dispositivo de sombreamento, para os pavimentos térreo, intermediário e cobertura da ZB-3.

Observa-se que o dispositivo de sombreamento influencia significativamente no desempenho dos dormitórios da ZB-3. O Dormitório 1 com dispositivo de sombreamento (FV 50%, pavimento intermediário) resultou em 663 GH_R , já o Dormitório 1 sem dispositivo de sombreamento (FV 50%, pavimento intermediário) resultou em 1.591 GH_R , a diferença foi de 928 GH_R .

O desempenho térmico dos dormitórios térreos é influenciado pelo contato com o solo, que aumenta a inércia térmica do ambiente e proporciona o resfriamento do ambiente. Entretanto, os dormitórios localizados na cobertura sofrem influência da área da cobertura, que aumenta os ganhos de calor através da envoltória.

O desempenho dos Dormitórios 1 com dispositivo de sombreamento para a ZB-8 é apresentado na Figura 6. Os GH_R dos Dormitórios 1 com FV 25% foram superiores ao FV 50% em 34%, 36% e 30% nos casos Térreo, Intermediário e Cobertura, respectivamente. A

diferença entre os dormitórios com FV 50% para o FV 100% resultou em reduções de 24%, 25% e 20% nos casos Térreo, Intermediário e Cobertura, respectivamente. O desempenho térmico do Dormitório 1 com FV 50% foi de 4.352 GH_R no pavimento térreo, 6.659 GH_R no pavimento intermediário e de 7.859 GH_R no pavimento da cobertura.

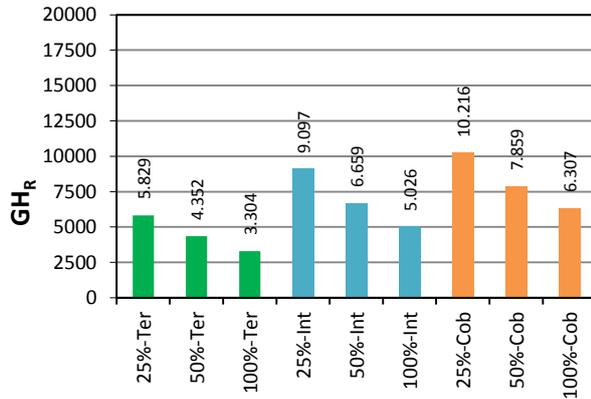


Figura 6 – Desempenho do Dormitório 1 com dispositivo de sombreamento, para os pavimentos térreo, intermediário e cobertura da ZB-8.

A Figura 7 apresenta o desempenho dos Dormitórios 1 sem dispositivo de sombreamento para a ZB-8. Observe-se que os dormitórios do pavimento intermediário e da cobertura apresentaram pequenas diferenças nos GH_R para o mesmo fator de ventilação. Já a diferença entre o pavimento intermediário e o térreo foi de 49% para FV 25%, de 47% para o FV 50% e 46% para o FV 100%.

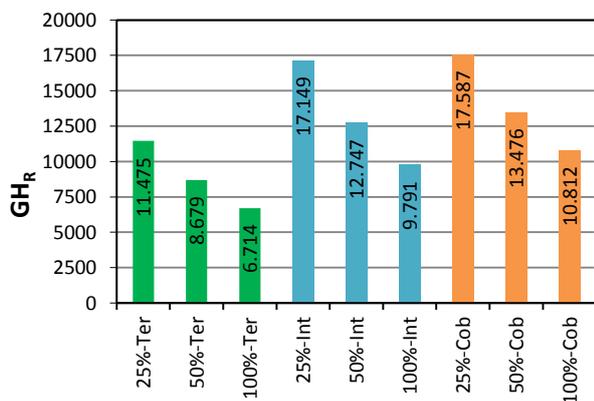


Figura 7 – Desempenho do Dormitório 1 sem dispositivo de sombreamento, para os pavimentos térreo, intermediário e cobertura da ZB-8.

Os resultados mostram que os ambientes que possuem área de ventilação de aproximadamente 4% da área útil do ambiente, apresentam um desempenho inferior aos ambientes que possuem área de ventilação de 8% e 15% da área útil do ambiente.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que a área de ventilação tem influência significativa no desempenho térmico dos ambientes de permanência prolongada de edificações residenciais. Com base nos resultados das simulações realizadas através do *EnergyPlus*, os percentuais de área de ventilação em relação a área útil que apresentaram melhor desempenho estão na faixa de 8% a 15% da área do útil do ambiente, sendo que nesta faixa quando maior a área de ventilação melhor é o desempenho térmico do ambiente.

Os resultados mostram que área de ventilação influencia significativamente nos GH_R , o impacto é semelhante nos casos com e sem dispositivo de sombreamento para as ZB-3 e ZB-8.

REFERÊNCIAS

- 1 SORGATO, M. J.; LAMBERTS, R. **Relatório Técnico da Base de Simulação do RTQ-R**. Florianópolis - SC: LABEEE - Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Universidade Federal de Santa Catarina 2011.
- 2 BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO. Portaria n. 449, 25 de novembro de 2010. **Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais**. Rio de Janeiro - RJ, 2010. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/RTQ-R-Portaria%20449%20de%2025-11-2010.pdf>. Acesso em: 30/06/2011
- 3 ABNT. **NBR 15220-3**. Desempenho térmico de edificações, parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. ABNT. Rio de Janeiro 2005.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a ELETROBRAS pelo apoio financeiro e incentivo à pesquisa em eficiência energética em edificações.

ANEXO 02

Sombrear ou não sombrear janelas

Márcio José Sorgato; Rogério Versage, Roberto Lamberts

SOMBREAR OU NÃO SOMBREAR JANELAS

Marcio José Sorgato¹; Rogério Versage²; Roberto Lamberts³

¹Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, marciosorgato@labeee.ufsc.br

²Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, versage@labeee.ufsc.br

³PhD, Professor do Departamento de Engenharia Civil, lamberts@labeee.ufsc.br

Informações da nota técnica: Publicada em 07 Jul. 2011 - Disponível em: www.labeee.ufsc.br/publicacoes/notas-tecnicas/

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, muitos países vêm desenvolvendo normas de eficiência energética e de desempenho térmico de edificações residenciais e comerciais. No Brasil em 2010 foi publicado o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais¹ (RTQ-R) e em 2005 e 2010 entraram em vigor às normas referentes ao desempenho térmico de edificações, a NBR 15220 e a NBR 15575, respectivamente.

O RTQ-R especifica os requisitos técnicos bem como os métodos para classificação da eficiência energética de edificações residenciais. A avaliação está dividida em três partes: (1) unidades habitacionais autônomas, que compreendem edificações residenciais unifamiliares e unidades autônomas de edificações multifamiliares, (2) edificações multifamiliares e (3) áreas de uso comum de condomínios residenciais.

Nas unidades habitacionais autônomas é avaliado o desempenho da envoltória dos ambientes de permanência prolongada e o sistema de aquecimento de água. Para as edificações multifamiliares é avaliado o desempenho da envoltória e áreas de uso comum, são avaliadas quanto ao desempenho do sistema de aquecimento de água, dos sistemas de iluminação e ventilação natural e artificial e dos equipamentos. Os níveis de eficiência variam de “A” (mais eficiente) até “E” (menos eficiente). A classificação geral da edificação é calculada através das eficiências individuais de cada requisito que é ponderado conforme o zoneamento bioclimático brasileiro.

A classificação do nível de eficiência da envoltória compreende requisitos de área das aberturas para iluminação e ventilação, das condições de sombreamento, orientação das fachadas e propriedades térmicas das paredes e coberturas. O método de classificação é baseado no índice de graus-hora de resfriamento (GH_R) para o desempenho de verão e consumo relativo de aquecimento (C_A) para o desempenho de inverno. A envoltória pode ser avaliada através de dois métodos: (1) Prescritivo, no qual o

indicador de GH_R e o C_A são calculados através das equações de acordo com a zona bioclimática; (2) Método de simulação, os indicadores são obtidos através da simulação termo-energética.

A NBR 15220² é dividida em cinco partes, que se referem aos métodos de cálculo e medição de propriedades térmicas dos componentes construtivos das edificações, sendo que a terceira parte expõe o zoneamento bioclimático brasileiro e as diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Na parte 3 da NBR 15220 são apresentadas as recomendações para as propriedades térmicas dos componentes construtivos e algumas recomendações de estratégias de condicionamento térmico passivo como: ventilação cruzada, resfriamento evaporativo, massa térmica, áreas para as aberturas de iluminação e ventilação e os dispositivos de sombreamento das aberturas. Já, a NBR 15575³, preconiza o desempenho de edifícios habitacionais com até cinco pavimentos. A norma está dividida em seis partes, no qual os critérios do desempenho térmico do edifício são apresentados na quarta e quinta parte, que determinam: características térmicas para as paredes e coberturas (transmitâncias térmica e absorvância e capacidade térmica), áreas mínimas aberturas para ventilação e dispositivo de sombreamento para as aberturas. A avaliação do desempenho térmico é através dos valores limites de temperatura do ar no interior do edifício, para as condições de verão e inverno. A escala de avaliação é classificada como: desempenho mínimo (M), intermediário (I) e superior (S) que possuem diferentes critérios conforme as zonas bioclimáticas.

1.1 Objetivo

Esta nota técnica objetiva esclarecer a importância do dispositivo de sombreamento nas janelas dos dormitórios de edificações residenciais.

2. MÉTODO

A avaliação da importância do dispositivo de sombreamento nas janelas foi realizada através de simulação computacional, com o programa *EnergyPlus*

versão 6.0, o qual permite avaliar o desempenho térmico e energético de edificações.

A tipologia arquitetônica escolhida para esta avaliação foi de uma edificação residencial multifamiliar. A edificação representa um edifício vertical de cinco pavimentos, com 4 apartamentos por pavimento, conforme pode ser observado na Figura 1.

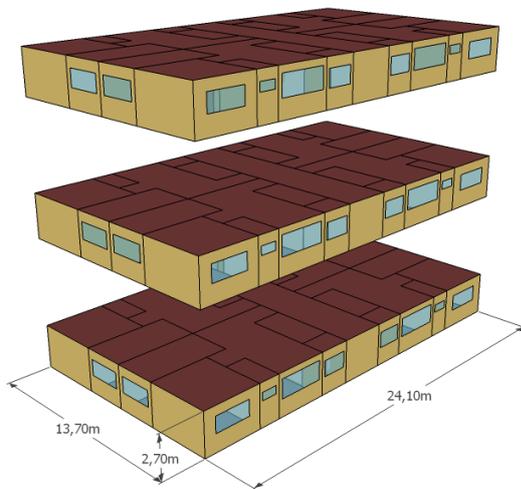


Figura 1 – Croqui da edificação residencial multifamiliar, modelo base.

Cada apartamento é constituído por uma sala de estar, dois dormitórios, cozinha e área de serviço, área construída de 72,6 m², conforme é apresentado na Figura 2. Foram avaliados somente os apartamentos do pavimento intermediário para as quatro orientações (Norte, Sul, Leste e Oeste).

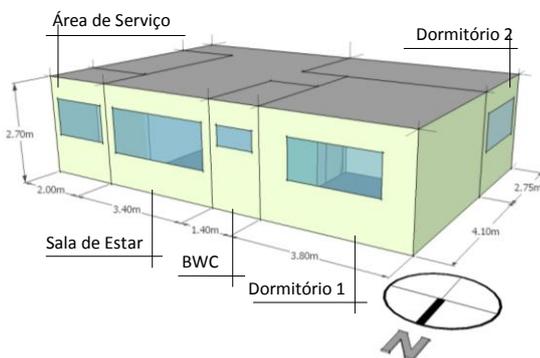
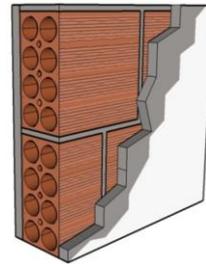


Figura 2 – Croqui do apartamento.

As propriedades térmicas dos componentes da envoltória foram baseadas nas diretrizes construtivas da NBR-15220-3⁴ para as ZB-3 e ZB-8 (Zona Bioclimática), nas quais se encontram as cidades de Florianópolis e Salvador (simuladas com arquivos climáticos TRY). Adotaram-se construções típicas de edificações residenciais no Brasil.

A parede é composta por tijolo cerâmico (10x20x20 cm) e emboço de 2,5 cm de espessura em ambas as faces. A espessura total da parede é de 15 cm. As propriedades

térmicas, transmitância (U_{PAR}), Capacidade térmica ($C_{T PAR}$) e a absorvância (α_{PAR}) são apresentadas na Figura 3, junto com o croqui da parede. A absorvância da parede de 0,40 é equivalente a uma cor clara.



U_{PAR} [W/(m ² K)]	$C_{T PAR}$ [kJ/m ² K]	α_{PAR} [-]
2,24	168,0	0,40

Figura 3 – Croqui e propriedades térmicas da parede.

A laje entre pavimentos dos ambientes é composta por uma laje convencional (pré-moldada com cerâmica) de 12 cm de espessura.

As aberturas para os ambientes de permanência prolongada foram dimensionadas em relação à área útil do ambiente, com um percentual de 15% de área de abertura em relação à área útil. A área destinada à ventilação é metade da área destinada à iluminação (50% da área da abertura).

O sombreamento das aberturas foi modelado através de veneziana horizontal, com refletância de 50%. O período de sombreamento para a ZB-3 foi de 21 de setembro a 20 de março (no horário das 8h às 18h), compreendendo a primavera e o verão. Já, para a ZB-8 o período de sombreamento é o ano inteiro (no horário das 8h às 18h).

As análises foram realizadas através dos graus-hora de resfriamento (GH_R), o parâmetro é determinado como a somatória da diferença da temperatura horária, quando esta se encontra superior à temperatura de base, no caso de resfriamento. Uma demonstração desse parâmetro é apresentada na Figura 4, no qual a área pintada em verde acima da linha de temperatura de 26°C, representa a quantidade de graus-hora de resfriamento.

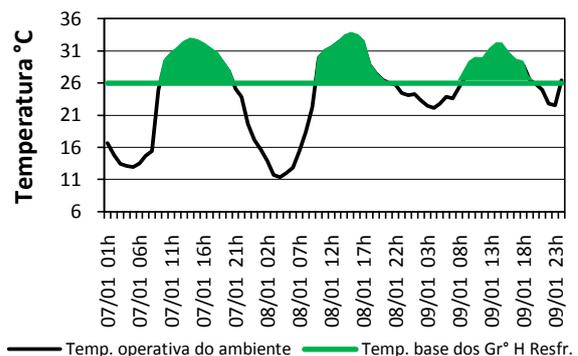


Figura 4 - Representação de graus-hora de resfriamento.

No RTQ-R o desempenho da envoltória para verão em edificações residenciais ventiladas naturalmente, é avaliado através do método de graus-hora de resfriamento.

3. RESULTADOS

A influência do dispositivo de sombreamento no desempenho dos ambientes foi analisada através do indicador de GH_R . Foram escolhidos somente os ambientes dos pavimentos intermediários (dormitórios), devido os ambientes localizados no térreo e cobertura ter influência de outros parâmetros, como contato com o solo e com a cobertura.

A Figura 5 compara o desempenho dos Dormitórios 1 e 2 (Norte, Sul, Leste e Oeste) da ZB-3 com e sem dispositivo de sombreamento. Os dormitórios 1 sem dispositivo de sombreamento (Norte e Sul) apresentaram em média 32% maior o somatório de GH_R que os ambientes com dispositivo de sombreamento (veneziana). Os dormitórios 2 sem dispositivo de sombreamento, orientados para Oeste e Leste, resultaram em diferenças de 82% (oeste) e 47% (leste) no somatório de GH_R em relação aos ambientes com dispositivo de sombreamento. Conforme os níveis de eficiência do RTQ-R para a ZB-3, os ambientes que apresentam somatório de GH_R menor que 822 são classificados com nível de eficiência "A", sendo que os ambientes com dispositivo de sombreamento somente o Dormitório 1 (Norte – AP3) não é classificado com o nível "A", portanto, os ambientes sem dispositivo de sombreamento são classificados com nível de eficiência "B" no desempenho da envoltória para verão.

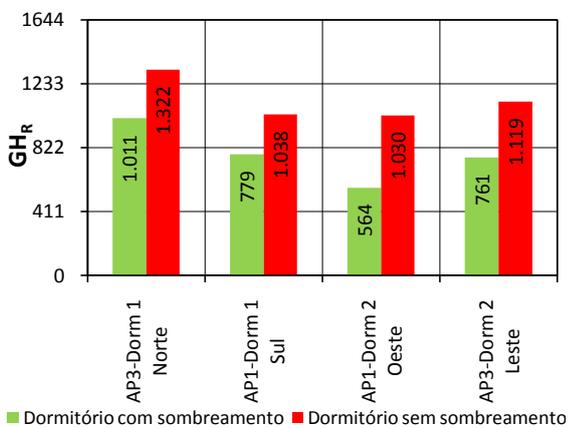


Figura 5 – Desempenho dos dormitórios na ZB-3.

Foi selecionado um período para analisar o comportamento da temperatura operativa do Dormitório. O período selecionado foi o com maior temperatura externa de 7 a 9 de janeiro, para a ZB-3. O ambiente analisado foi o Dormitório 2 (Apartamento 1, Intermediário, Fachada Oeste).

A Figura 6 apresenta a temperatura operativa do dormitório e a temperatura externa do ar para o período selecionado. No dia 7 de janeiro, às 17h ocorre a maior diferença na temperatura operativa (1,6°C) entre os dormitórios. A temperatura operativa do dormitório com dispositivo de sombreamento foi de 28,3°C e no dormitório sem dispositivo de sombreamento foi de 29,9°C. Em todo o período analisado o dormitório sem dispositivo apresenta temperaturas superiores ao dormitório com dispositivo de sombreamento.

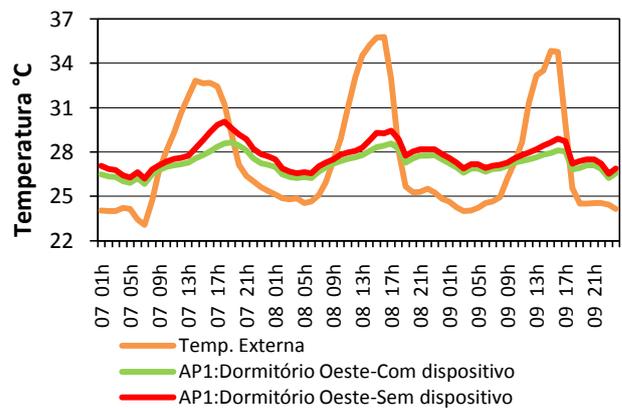


Figura 6 - Comparação das temperaturas do Dormitório 2 (Oeste, Apartamento 1), ZB-3.

Para a ZB-8 o desempenho dos ambientes é comparado na Figura 7. Os GH_R dos Dormitórios 1 sem dispositivo de sombreamento foram superiores em 28% (Sul) e 41% (Norte) aos dormitórios com dispositivo de sombreamento. No Dormitório 2 (Oeste e Leste) a diferença em relação aos ambientes com e sem o dispositivo de sombreamento foi aproximadamente 60% nos GH_R . A classificação dos ambientes conforme o RTQ-R para a ZB-8, somente os ambientes que possuem GH_R menor que 5.209 são classificados com nível de eficiência "A" (Dormitório 2, Oeste e Leste), entretanto, os outros ambientes são classificados como "B" para o desempenho da envoltória para verão.

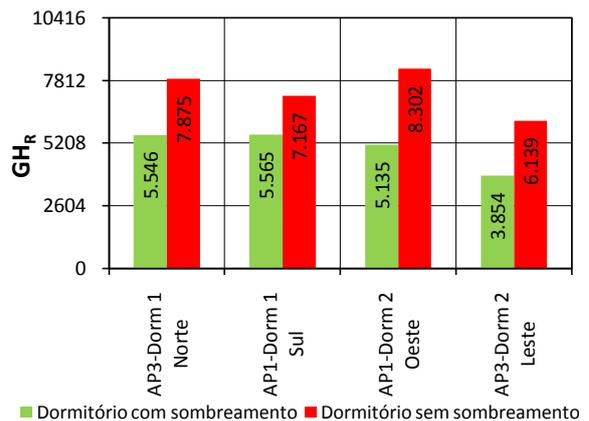


Figura 7 - Desempenho dos dormitórios na ZB-8.

Para a ZB-8 foi selecionado o período de 2 a 4 de março, que apresentou maior pico de temperatura externa. O ambiente analisado foi o Dormitório 2 (Apartamento 1, Intermediário, Fachada Oeste), conforme é apresentado na Figura 8.

A temperatura máxima externa no período analisado ocorre no dia 3 de março, às 14h, que foi de 33,1°C. No dia 2 de março às 17h, a temperatura externa foi de 29,4°C, sendo que no dormitório sem dispositivo de sombreamento a temperatura foi de 29,7°C e no dormitório com dispositivo foi de 28,2°C, resultando em uma diferença de 1,5°C.

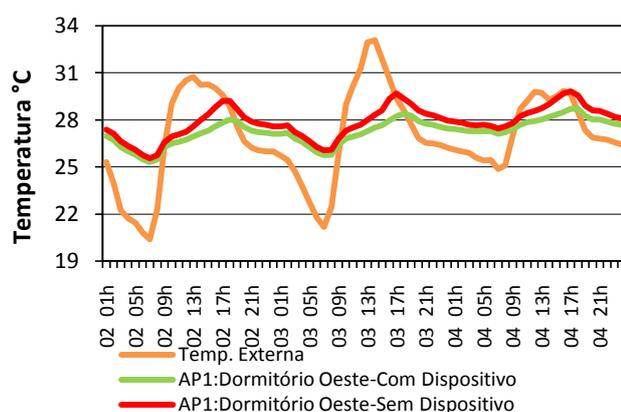


Figura 8 – Comparação das temperaturas do Dormitório 2 (Oeste, Apartamento 1), ZB-8.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que o dispositivo de sombreamento das aberturas contribui significativamente para uma redução nos GH_R dos dormitórios para todas as orientações. A variação no desempenho dos GH_R foi de 82% para o Dormitório 2 (Oeste) da ZB-3, já, a menor variação foi de 28% no Dormitório 1 (Sul) da ZB-8.

O dispositivo de sombreamento influencia significativamente na temperatura operativa do ambiente. Na ZB-3 e ZB-8 o dormitório sem dispositivo de sombreamento apresenta temperaturas superiores ao dormitório com dispositivo, resultando em diferenças de até 1,5°C.

O uso de dispositivos externos de sombreamento nas aberturas é um recurso importante para reduzir os ganhos solares, o dispositivo bloqueia a radiação solar antes desta incidir na superfície envidraçada⁵, desta forma evita o efeito estufa, o que não ocorre nos dispositivos internos de proteção.

O dispositivo de sombreamento na abertura além de evitar ganhos de calor excessivo no ambiente também pode reduzir a transmitância da abertura, principalmente na estação do inverno para as ZB-1, ZB-2 e ZB-3, que possuem baixas temperaturas no período noturno, desta forma diminui as perdas por convecção da abertura.

O sombreamento das aberturas proporciona maior conforto ao usuário e também reduz o consumo de energia quando a edificação for condicionada artificialmente.

REFERÊNCIAS

- ¹ BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comercio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO. Portaria n. 449, 25 de novembro de 2010. Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais. Rio de Janeiro - RJ, 2010. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/RTQ-R-Portaria%20449%20de%2025-11-2010.pdf>. Acesso em: 30/06/2011.
- ² ABNT. NBR 15220: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005.
- ³ _____. NBR-15575: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho. Rio de Janeiro - RJ, 2008.
- ⁴ _____. NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações, parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.
- ⁵ LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. Eficiência energética na arquitetura. São Paulo: PW Editores, 1997.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a ELETROBRAS pelo apoio financeiro e incentivo à pesquisa em eficiência energética em edificações.

ANEXO 03

Novo Método de Simulação

Márcio José Sorgato; Ana Paula Melo; Deivis Luis Marinoski; Roberto Lamberts

Proposta para o Método de Simulação da Norma de Desempenho NBR 15575

Marcio José Sorgato¹; Ana Paula Melo²; Deivis Luis Marinoski³; Roberto Lamberts⁴.

¹Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, marciosorgato@labeee.ufsc.br

²Pós Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, apaula_melo@labeee.ufsc.br

³Pós Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, deivis@labeee.ufsc.br

⁴PhD, Professor do Departamento de Engenharia Civil, lamberts@labeee.ufsc.br

Data de publicação: 13/09/2012

1. INTRODUÇÃO

Neste documento é apresentada uma proposta para avaliar o desempenho térmico da envoltória de edificações residências, através do método de simulação computacional para a NBR-15575. O método de simulação compara o desempenho térmico da edificação sob avaliação (*real*) com uma edificação de referência, que atende os critérios do método simplificado.

2. PROGRAMA DE SIMULAÇÃO

O programa computacional de simulação termo-energética deve possuir, no mínimo, as seguintes características:

- ser validado de acordo com testes propostos pela ASHRAE Standard 140-2011: *Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs.*;
- modelar 8.760 horas por ano;
- modelar variações horárias de ocupação, potência de iluminação e equipamentos, ventilação natural e sistemas de condicionamento artificial, definidos separadamente para cada dia da semana e feriados;
- modelar efeitos de inércia térmica;
- modelar efeitos de multi-zonas térmicas;
- ter capacidade de simular as estratégias bioclimáticas adotadas no projeto;
- produzir relatórios horários das trocas de ar e das infiltrações;
- produzir relatórios horários das temperaturas dos ambientes;
- produzir relatórios horários da carga térmica dos ambientes.

3. ARQUIVO CLIMÁTICO

Os arquivos climáticos utilizados nas simulações da NBR 15575 devem ser de domínio público, gerados por instituições de reconhecida capacitação técnica (podendo ser universidades ou institutos de pesquisa) e com a fonte de dados referenciada. Os arquivos devem atender as seguintes características:

- fornecer valores horários para todos os parâmetros relevantes requeridos pelo programa de simulação, tais como temperatura e umidade, direção e velocidade do vento e radiação solar;
- recomenda-se a utilização dos arquivos climáticos disponibilizados pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos (www.eere.energy.gov) ou os arquivos climáticos publicados na página eletrônica do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações da Universidade Federal de Santa Catarina (www.labeee.ufsc.br).

4. MODELAGEM DA EDIFICAÇÃO

Cada ambiente de permanência prolongada deve ser modelado como uma zona térmica, com as características geométricas, aberturas, propriedades térmicas dos elementos construtivos e a orientação conforme o projeto sob avaliação. Não é permitido o agrupamento de ambientes de permanência prolongada com ambientes adjacentes na mesma zona térmica.

Nas edificações multifamiliares, devem ser modeladas todas as unidades habitacionais do pavimento tipo (intermediário), do térreo (ou primeiro pavimento tipo) e da cobertura. No pavimento intermediário o forro e o piso dos ambientes devem ser considerados com a mesma condição térmica do ambiente que esta sendo simulado, esta condição também se aplica para o piso do pavimento da cobertura e ao forro do pavimento térreo (ou primeiro pavimento tipo).

Sombreamento proporcionado pelo entorno da edificação, como edificações vizinhas ou vegetação não devem ser considerados na simulação. O auto sombreamento da edificação pode ser considerado, por exemplo: um condomínio com um formato em "L" pode proporcionar auto sombreamento.

Os ambientes das áreas comuns de edificações multifamiliares, tais como circulação vertical, corredores, garagens, salão de festa, hall de entrada e similares, podem ser modelados agrupados em uma única zona térmica.

4.1 Edificação sob avaliação

A modelagem da edificação sob avaliação deve estar de acordo com projeto arquitetônico, geometria da edificação, aberturas, propriedades térmicas dos elementos construtivos (paredes, cobertura e piso) e a orientação conforme o projeto. As aberturas que proporcionam a ventilação (portas e janelas) devem possuir as mesmas coordenadas cartesianas do projeto sob avaliação.

4.1.1 Cargas internas dos ambientes de permanência prolongada

Os ambientes de permanência prolongada da edificação devem ser simulados com cargas internas de ocupação e iluminação iguais para todo o ano, conforme são apresentados no padrão de ocupação e iluminação.

a) Padrão de ocupação

Cada dormitório da edificação deve ser simulado com o padrão de ocupação de duas pessoas por ambiente, para o período noturno entre as 21h e 7h. A Sala de Estar da edificação deve ser simulada com um padrão de ocupação de 50% da edificação, no período diurno entre as 14h e 18h e no período das 18h às 21h, com 100% da ocupação dos dormitórios da edificação.

Em função do tipo de atividade desempenhada em cada ambiente deve ser adotada a taxa metabólica para cada atividade. Para a atividade do Dormitório (Dormindo ou Descansando) deve se simular com os valores de calor dissipado de 81 W por pessoa. Para a atividade da Sala (sentado ou assistido TV) o calor dissipado é de 108 W por pessoa.

Para os ambientes de permanência prolongada que não são dormitórios ou sala de estar, deve-se adotar o padrão de ocupação da Sala de Estar, podendo distribuir a ocupação da Sala de Estar entre os ambientes.

b) Padrão de uso da iluminação

O padrão de uso da iluminação está vinculado em função do padrão de ocupação dos ambientes de permanência prolongada. Considera-se que os usuários utilizam a iluminação artificial nas primeiras horas da manhã, entre 6h as 7h, no período noturno entre as 21h as 23h no Dormitório. Na Sala de Estar os usuários utilizam a iluminação artificial durante o período das 17h as 21h.

Caso exista mais de uma sala ou ambiente de permanência prolongada que não é dormitório, deve-se adotar o padrão de uso da iluminação da Sala de Estar.

Observação: A edificação deve ser simulada sem cargas internas de equipamentos nos ambientes.

4.2 Edificação de referência

A modelagem da envoltória (parede e cobertura) da edificação de referência deve atender os limites do método prescritivo, para transmitância térmica da parede e cobertura conforme a zona bioclimática. As aberturas dos dormitórios da edificação de referência devem ser modeladas com dispositivo de sombreamento. O período de sombreamento mínimo para as zonas bioclimáticas 1 a 4 é de 21 de setembro a 20 de março (no horário das 8h às 18h), compreendendo a primavera e o verão. Já, para as zonas bioclimáticas 5 a 8 o período de sombreamento é o ano inteiro (no horário das 8h às 18h).

Caso a edificação sob avaliação (*real*) adotar um período de sombreamento maior que o determinado para as zonas bioclimáticas 1 a 4, deve-se adotar o mesmo padrão de sombreamento para a edificação de referência.

Observação: O dispositivo de sombreamento deve garantir o escurecimento do ambiente.

A Tabela 1 apresentada às propriedades térmicas para a envoltória da edificação de referência, transmitância térmica parede e cobertura, para cada zona bioclimática.

Tabela 1 – Propriedades térmicas para modelagem da envoltória da edificação de referência.

Transmitância Térmica da Parede				
Zona 1 a 2			Zona 3 a 8	
$U_{par} \leq 2,5$		$\alpha_{par}^1 \leq 0,6$		$\alpha_{par} > 0,6$
		$U_{par}^2 \leq 3,7$		$U_{par} \leq 2,5$
Transmitância Térmica da Cobertura				
Zona 1 a 2		Zona 3 a 6		Zona 7 a 8
$U_{cob} \leq 2,3$		$\alpha_{cob}^3 \leq 0,6$	$\alpha_{cob} > 0,6$	$\alpha_{cob} \leq 0,4$
		$U_{cob}^4 \leq 2,3$	$U_{cob} \leq 1,5$	$U_{cob} \leq 2,3$
				$U_{cob} \leq 1,5$

Obs: ¹ α_{par} é a absorptância da parede; ² U_{par} é a transmitância da cobertura; ³ α_{cob} é a absorptância da cobertura; ⁴ U_{cob} é a transmitância da cobertura.

A Tabela 2 apresentada à capacidade térmica (C_T) das paredes para a edificação de referência, para cada zona bioclimática.

Tabela 2 – Capacidade térmica das paredes para a edificação de referência.

Capacidade térmica (C_T) kJ / m ² .K	
Zonas 1 a 7	Zona 8
$C_T \geq 130$	Sem exigência

A edificação de referência deve ser simulada com as mesmas características da edificação sob avaliação (*real*), conforme os parâmetros abaixo:

- o mesmo programa de simulação;
- os mesmos algoritmos de convecção;
- o mesmo algoritmo de condução;
- o mesmo algoritmo de distribuição solar;
- o mesmo arquivo climático;
- a mesma geometria da edificação sob avaliação;
- a mesma orientação com relação ao Norte Geográfico;
- o mesmo padrão de uso e estratégia de ventilação natural
- as mesmas cargas internas de iluminação;
- o mesmo padrão de ocupação, com a mesma taxa metabólica;
- os mesmos parâmetros da modelagem da rede de ventilação natural;
- as mesmas temperaturas do solo (quando o ambiente está em contato com o solo);
- a mesma absorptância da cobertura;
- a mesma absorptância da parede.

Observação: As informações dos parâmetros adotados na simulação de ventilação natural e as temperaturas do solo devem constar na documentação de comprovação do desempenho da edificação.

5. CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO

O desempenho da edificação ventilada naturalmente é avaliado através dos indicadores de graus-hora de resfriamento (GH_R) e graus-hora de aquecimento (GH_A). Os graus-hora de resfriamento (GH_R) avalia o desempenho térmico da edificação para o calor, e o desempenho para frio é avaliado através dos graus-hora de aquecimento (GH_A).

Os ambientes de permanência prolongada serão avaliados através da comparação entre o desempenho térmico da edificação sob avaliação (real) com o desempenho térmico da edificação de referência.

Os indicadores de graus-hora de resfriamento e graus-hora de aquecimento dos ambientes de permanência prolongada da edificação sob avaliação (real) devem ser iguais ou menores que os graus-hora de resfriamento e graus-hora de aquecimento da edificação de referência.

5.1 Condições para o cálculo do indicador de graus-hora

Calcular a temperatura operativa horária por meio do programa computacional de simulação ou através da Equação 1 (ENERGYPLUS).

$$T_o = \gamma \cdot T_r + (1 - \gamma) \cdot T_a \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

T_o : temperatura operativa horária (°C);

T_a : temperatura do ar no ambiente (°C);

T_r : temperatura radiante média (°C);

γ : constante que varia com a velocidade do ar no ambiente (V_{ar} , em m/s), conforme segue:

$\gamma = 0,5$ para $V_{ar} \leq 0,2$ m/s;

$\gamma = 0,6$ para $0,2$ m/s < $V_{ar} \leq 0,6$ m/s;

$\gamma = 0,7$ para $0,6$ m/s < $V_{ar} \leq 1,0$ m/s.

Observação: Na ausência de dados de velocidade do ar no ambiente deve ser considerado o coeficiente da velocidade do ar de $\gamma = 0,5$ na Equação acima.

5.2 Cálculo dos graus-hora de resfriamento

Os graus-hora de resfriamento devem ser calculados com a temperatura de base de 26°C. Com a Equação 2 se calcula o indicador de graus-hora de resfriamento para a temperatura operativa horária dos ambientes de permanência prolongada.

$$GH_R = \sum (T_o - 26^\circ\text{C}) \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

GH_R : indicador de graus-hora para resfriamento;

T_o : temperatura operativa horária (°C).

A Equação 3 compara o somatório de graus-hora de resfriamento dos ambientes de permanência prolongada da edificação sob avaliação em relação aos ambientes da edificação de referência.

$$\sum GH_R \text{ Sob Avaliação} \leq \sum GH_R \text{ Referência} \quad \text{Equação 3}$$

5.3 Cálculo graus-hora de aquecimento

Os graus-hora de aquecimento devem ser calculados com a temperatura de base de 18°C. Com a Equação 4 se calcula o indicador de graus-hora de aquecimento para a temperatura operativa horária dos ambientes de permanência prolongada.

$$GH_A = \sum (18^\circ\text{C} - T_o) \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

GH_A : indicador de graus-hora de aquecimento;

T_o : temperatura operativa horária (°C).

A Equação 5 compara o somatório de graus-hora de aquecimento (GH_A) dos ambientes de permanência prolongada da edificação sob avaliação em relação aos ambientes da edificação de referência.

$$\sum GH_A \text{ Sob Avaliação} \leq \sum GH_A \text{ Referência} \quad \text{Equação 5}$$

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a ELETROBRAS pelo apoio financeiro e incentivo à pesquisa em eficiência energética em edificações.

REFERÊNCIAS

ASHRAE, 2011. **ANSI/ASHRAE Standard 140-2011: Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs**. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. USA, Atlanta: 2011.

ENERGYPLUS. **Engineering Reference - The Reference to EnergyPlus Calculations**. University of Illinois or the Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, 2012.

ANEXO 04

Outros comentários

Márcio José Sorgato; Ana Paula Melo; Deivis Luis Marinoski; Roberto Lamberts

Comentários e sugestões quanto à formatação e nomenclatura presentes na norma NBR 15575

Marcio José Sorgato¹; Deivis Luis Marinoski²; Ana Paula Melo³; Roberto Lamberts⁴

¹Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, marciosorgato@labeee.ufsc.br

²Pós Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, deivis@labeee.ufsc.br

³Pós Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, apaula_melo@labeee.ufsc.br

⁴PhD, Professor do Departamento de Engenharia Civil, lamberts@labeee.ufsc.br

Data de publicação: 13/09/2012

1. INTRODUÇÃO

Dentre os textos normativos em consulta, serão abordadas sugestões quanto à formatação e nomenclatura presentes no texto da NBR 15575-1; NBR 15575-4 e NBR 15575-5, no quesito referente ao desempenho térmico das edificações.

2. NBR 15575-1

2.1 Item 11.1 - Generalidades

Entendemos que a forma como está escrito privilegia o método prescritivo, determinando que ele seja aplicado antes da simulação computacional. Sugerimos que o item seja reescrito para que ambos os métodos e também a medição tenham a mesma hierarquia.

Sugere-se a alteração da frase do segundo parágrafo do item 11.1 da versão em consulta *“Esta parte da ABNT NBR 15575 estabelece...”* para *“Esta parte da ABNT NBR 15575 estabelece um procedimento normativo para avaliação da adequação de habitações, conforme é apresentado a seguir. Um método alternativo para avaliação (procedimento informativo) é exposto no Anexo A”*.

Sugere-se a alteração da frase do item 11.1 a) *“o projetista deve avaliar o desempenho térmico da edificação...”* para *“o projetista deve avaliar o desempenho térmico da edificação de modo global, aplicando o método da simulação computacional conforme 11.2.”*

Recomenda-se a reformulação e apresentação do fluxograma na primeira versão da norma no item 11.1

2.2 Item 11.2 - Simulação Computacional

Recomenda-se que uma nomenclatura padrão deveria ser adotada para o dia representativo utilizado na simulação. Um “dia de projeto” para verão ou inverno representa condições diferentes de um “dia típico” de verão ou inverno. O termo “dia típico de projeto” pode causar confusão.

Após o terceiro parágrafo do item 11.2, recomenda-se incluir a seguinte frase: *“Arquivos climáticos gerados por instituições de reconhecida capacitação técnica (universidades ou institutos de pesquisa) poderão ser utilizados, desde que a fonte seja devidamente referenciada e os dados sejam de domínio público. Se o clima no local de implantação da edificação não for semelhante ao de nenhuma outra cidade que tenha dados disponíveis, o método da simulação computacional não deve ser utilizado para avaliação de desempenho térmico”*.

Ressalta-se que já existem arquivos climáticos disponíveis para 411 cidades brasileira disponíveis em formato compatível para utilização no EnergyPlus. Site: <http://www.labeee.ufsc.br/>

Recomenda-se alterar o quarto parágrafo para *“Para a realização das simulações computacionais é recomendado o emprego de programas avaliados de acordo com os testes da ASHRAE Standard 140-2004, sendo capazes de modelar 8760 horas por ano, variações horárias de ocupação, cargas internas (iluminação, equipamentos), modelar efeitos de inércia térmica e de multi zonas térmicas”*.

Sugere-se alterar o quinto parágrafo do item 11.2 para *“As propriedades térmicas que serão usadas como dados de entrada para a caracterização dos materiais e componentes construtivos no programa de simulação, devem ser obtidas com base nas seguintes recomendações: - Para os materiais convencionais (argamassas, concretos, cerâmicas, fibrocimento, gesso, granulados, madeiras, metais e pedras) poderão ser adotadas as propriedades térmicas listadas na Tabela B.3 da NBR 15220-2, em função da faixa de densidade de massa aparente; - Para os demais tipos de materiais os valores das propriedades térmicas deverão ser obtidos em laboratório, através de método de ensaio normalizado. Recomenda-se a utilização dos métodos apresentados na Tabela 1”*.

Na Tabela 11.1, recomenda-se alterar o título para *“Métodos de determinação de propriedades de materiais, componentes e elementos construtivos”*. Ressalta-se que algumas propriedades não são “medidas”, podendo o texto ser substituído por “verificação” ou “determinação”. Algumas das propriedades apresentadas não são “térmicas”, sendo mais adequado aparecer somente a palavra “propriedades” no título da tabela. A absorvância à radiação solar pode ser medida também pela ASTM C1549-09. Para as características fotoenergética (vidros), ressalta-se que existe uma versão de 2011 da EN410 e a norma ABNT NBR 16023 (2012) que também trata deste assunto.

2.3 Item 11.3 – Requisito: Exigências de desempenho no verão

O primeiro parágrafo do item 11.3 fala de “dia típico de verão” o que é diferente de “dia de projeto”, contradizendo o item 11.2.

2.4 Item 11.4 – Requisito: Exigências de desempenho no inverno

O primeiro parágrafo do item 11.4 fala de “dia típico de verão” o que é diferente de “dia de projeto”, contradizendo o item 11.2. O comentário estende-se para o Item 11.4.1.

2.5 Item 11.5 – Edificações em fase de projeto

Ressalta-se que a norma não faz mais menção ao procedimento a ser adotado no caso de “edificações existentes”. Não fica claro se nesta situação devem ser adotados os mesmos procedimentos do edifício em fase de projeto ou a metodologia aplicada à avaliação por meio de medição.

Recomenda-se que o item 11.5 a) deva estar relacionado com a maior área de parede exposta (m²), pois o número de paredes isoladamente não tem influência direta no desempenho térmico do ambiente.

O item 11.5.1 relata que *“a unidade habitacional desta edificação escolhida para a simulação deve ser a mais crítica do ponto de vista térmico”*. Porém, não é algo simples realizar esta definição. Por exemplo: na cidade de Florianópolis a orientação leste é mais crítica que a orientação Oeste, isto ocorre porque geralmente no período da tarde o céu apresenta um índice maior de nebulosidade que no período da manhã. Isto também pode acontecer por causa do entorno da edificação, onde a edificação vizinha faz sombra na fachada com orientação oeste.

Recomenda-se alterar a frase no Item 11.5.2 sobre ventilação para *“configuração da taxa de ventilação de cinco renovações do volume de ar do ambiente por hora (5,0 ren/h) e janelas sem sombreamento”*.

Sugerimos que todo o Item 11.5.2 seja eliminado ou revisto. A possibilidade de aumento da taxa de ventilação para avaliação de conformidade, bem como a inserção de sombreamento, contradizem os requisitos exigidos anteriormente, cuja taxa de renovação adotada é de 1ren/h.

2.6 Item A.1 – Avaliação do desempenho térmico de edificações por meio de medição

No item A.1.1, recomenda-se alterar a última linha deste parágrafo para *“...segundo o procedimento apresentado neste anexo”*. Uma vez que, este anexo apresenta somente item A.1 e A.2.

No item A.1.3 os itens A.6.2, A.6.4 a A.6.7 citados não existem.

No item A.1.4 o termo ABNT é repetido no segundo e terceiro parágrafo.

Recomenda-se alterar no Item A.1.6 o termo *“dia típico de projeto”* para *“dia de projeto”*. Entretanto como já mencionado anteriormente, um “dia de projeto” muito raramente ocorrerá na realidade, pois é um dia de condições extremas. Este tipo de recomendação inviabiliza o método, pois dificilmente este dia será observado, e é improvável que seja precedido de um ou dois dias de igual condição de temperatura do ar.

Na Tabela A.1, observa-se que nenhuma cidade da zona 2 e 5 é apresentada.

Na Tabela A.2 recomenda-se alterar o termo “*dias típicos*” do título, substituindo por “*dias de projeto*”. Recomenda-se adotar uma nomenclatura padrão para o dia representativo utilizado na simulação. Um “dia de projeto” para verão ou inverno representa condições diferentes de um “dia típico” de verão ou inverno. O termo “dia típico de projeto” pode causar confusão. Os comentários referentes à Tabela A.2 estende-se para a Tabela A.3.

2.7 ANEXO E – Níveis de desempenho

Na Tabela E.1, observa-se que na coluna da Zona 8 é apresentado um valor de temperatura mínima para o verão. Já para o inverno na Tabela E.2 não há exigência. Seria mais coerente este valor de temperatura mínima estar indicado para a situação se inverno.

Na Tabela E.2 é observado um erro gráfico indicando Zonas 1 a 51.

3. NBR 15575-4

3.1 Item 11.1 - Generalidades

No primeiro parágrafo deste item é citada a NBR 15220-5. Seria mais indicada citar a ABNT NBR 15220-2 ou 3. Este texto deve ser padronizado com o apresentado na NBR 15575-5, onde são indicadas como referências as NBR 15220-2 e NBR 15220-3.

O terceiro parágrafo deste item é uma repetição das orientações apresentadas no item 11.5 do texto da NBR 15575-1.

Na Tabela 14 a zona 8 deveria ser apresentada na segunda coluna da tabela, para manter a sequencia crescente da numeração das zonas.

3.2 Item 11.3 – Abertura para ventilação

Recomenda-se acrescentar no final do primeiro parágrafo a frase “*...,respeitando os valores mínimos indicados na Tabela 15*”.

A Tabela 15 apresenta uma classificação de aberturas médias e grandes incompatível com a apresentada na NBR 15220-2.

Recomenda-se alterar a Tabela 15 da norma em consulta pública pela Tabela 16 da norma vigente, como apresentada na figura abaixo.

Tabela 16 — Áreas mínimas de aberturas para ventilação

Nível de desempenho	Aberturas para Ventilação (A)		
	% da área do piso ^a		
	Zonas 1 a 6 Aberturas médias	Zona 7 Aberturas pequenas	Zona 8 Aberturas grandes
Mínimo	A ≥ 8	A ≥ 5	A ≥ 15
^a Nas zonas 1 a 6 as áreas de ventilação devem ser passíveis de serem vedadas durante o período de frio.			

Depois do Item 11.3, recomenda-se acrescentar os Itens 11.4 (Requisito) e 11.4.1 (Critério) que foram removidos da versão em consulta pública:

11.4 Requisito: Sombreamento das aberturas localizadas em paredes externas

Possibilitar o controle da entrada de luz pelas aberturas localizadas em fachadas.

11.4.1 Critério: Sombreamento das aberturas

4. NBR 15575-5

4.1 Item 11.2 – Requisito: Isolação térmica da cobertura

A sigla FV presente na Tabela 3 não consta na ABNT NBR 15220-2. Na NBR 15220-3 a sigla dotada para este fator é FT (fator de correção da transmitância).

No Item 11.2.1 (Método de avaliação), recomenda-se acrescentar a frase *“Cálculo do FT conforme a ABNT NBR 15220-3”*, no fim do primeiro parágrafo.

4.2 ANEXO I – Níveis de desempenho

A sigla FV presente na Tabela I.4 não consta na ABNT NBR 15220-2. Na NBR 15220-3 a sigla dotada para este fator é FT (fator de correção da transmitância).